

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6789203号  
(P6789203)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月5日(2020.11.5)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 9/18 (2006.01)  
H02K 5/20 (2006.01)H02K 9/18  
H02K 5/20

A

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2017-232671 (P2017-232671)  
 (22) 出願日 平成29年12月4日 (2017.12.4)  
 (65) 公開番号 特開2019-103274 (P2019-103274A)  
 (43) 公開日 令和1年6月24日 (2019.6.24)  
 審査請求日 令和1年5月28日 (2019.5.28)

(73) 特許権者 501137636  
 東芝三菱電機産業システム株式会社  
 東京都中央区京橋三丁目1番1号  
 (74) 代理人 110001092  
 特許業務法人サクラ国際特許事務所  
 (72) 発明者 大岡 慶一郎  
 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内

審査官 宮崎 賢司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転電機および固定子冷却構造

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

軸方向に延びて回転可能に支持されたロータシャフトと、前記ロータシャフトの径方向外側に取付けられた回転子鉄心とを有する回転子と、

前記回転子鉄心の径方向外側に前記回転子鉄心を囲むように設けられ、軸方向に円筒状に積層された複数の電磁鋼板からなる複数の積層構造と、軸方向に互いに隣接する前記積層構造の間に配された少なくとも一つの固定子冷却構造とを有する円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心内を軸方向に貫通する固定子巻線とを有する固定子と、

前記回転子鉄心を挟んで前記ロータシャフトの軸方向の両側で前記ロータシャフトを回転可能に支持する2つの軸受と、

を備える回転電機であって、

前記少なくとも一つの固定子冷却構造のそれぞれは、

互いに隣接する前記積層構造に部分的に挟まれて、これらの積層構造同士の軸方向の間隙を形成するとともに前記積層構造および前記固定子巻線からの熱を受け入れる間隙形成部と、

前記間隙形成部と一体に形成され前記間隙形成部で受け入れた熱を放熱する放熱部と、を具備し、

前記間隙形成部と前記放熱部は、前記積層構造の外周面の径方向外側に前記間隙に連通する流路開口を形成する、

ことを特徴とする回転電機。

10

20

**【請求項 2】**

前記間隙形成部は、それぞれが、円筒状の前記積層構造の径方向内側の開口の径方向位置またはそれより径方向に外側の位置から、前記電磁鋼板の外周よりも径方向に外側の位置まで径方向に延びて周方向に互いに間隔をおいて配された複数の間隔片を有することを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機。

**【請求項 3】**

前記放熱部は、前記電磁鋼板の外周よりも径の大きな円形の開口を有し径方向外側に拡がる平板状の環状部を有し、前記環状部は前記円形の開口の縁部で前記間隙形成部と接続することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の回転電機。

**【請求項 4】**

前記放熱部は、前記環状部に垂直に取り付けられて軸方向および径方向に拡がる先端放熱板をさらに有することを特徴とする請求項 3 に記載の回転電機。

**【請求項 5】**

前記先端放熱板は、前記積層構造の径方向外側における周方向の流れに沿った方向に取り付けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の回転電機。

**【請求項 6】**

前記電磁鋼板には、径方向内側に複数の歯部が形成され、前記間隙形成部の一部は、前記複数の歯部の少なくとも一部について、当該歯部の範囲内に配されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の回転電機。

**【請求項 7】**

ロータシャフトおよび回転子鉄心を有する回転子と、  
軸方向に円筒状に積層された複数の電磁鋼板からなる複数の積層構造を有する円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心内を軸方向に貫通する固定子巻線とを有する固定子と、

前記回転子鉄心を挟んで前記ロータシャフトの軸方向の両側で前記ロータシャフトを回転可能に支持する 2 つの軸受と、

を備える回転電機について、その前記固定子を冷却するために、前記複数の積層構造の少なくとも一つの間に配された固定子冷却構造であって、

互いに隣接する前記積層構造にその部分が挟まれて、これらの軸方向の間隙を形成するとともに前記積層構造からの熱移動を受ける間隙形成部と、

前記間隙形成部と一体に形成され前記間隙形成部で受けた熱を放熱する放熱部と、

を具備し、

前記間隙形成部と前記放熱部は、前記積層構造の外周面の径方向外側に前記間隙に連通する流路開口を形成する、

ことを特徴とする固定子冷却構造。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転電機およびその固定子冷却構造に関する。

**【背景技術】****【0002】**

回転電機において、回転子鉄心および固定子鉄心においては、運転中に生ずる渦電流等による鉄損が発熱の一因となり、効率の低下の要因となる。したがって、回転子鉄心および固定子鉄心それぞれの内部における渦電流の流れを低減することが、回転電機の効率確保の上で有効である。

**【0003】**

このため、回転電機における回転子鉄心および固定子鉄心には、それぞれ、強磁性体製で中央に開口を有する円板状の電磁鋼板を軸方向に積層した積層構造を用いることが一般に行われている。電磁鋼板には、たとえば、透磁率が比較的高く低価格であるケイ素鋼板などが用いられている。

**【0004】**

10

20

30

40

50

固定子鉄心は、空隙を介して、回転子鉄心の径方向の外側に回転子鉄心を囲むように配され、全体として円筒状に形成されている。また、固定子鉄心の径方向の内側表面には、周方向に互いに間隔をおいて配され軸方向に延びた複数のスロットが形成されている。それぞれのスロットを、固定子巻線が軸方向に貫通している。

#### 【0005】

通常、回転子鉄心と、固定子鉄心および固定子巻線を有する固定子は、フレーム内に収納されている。フレーム内では冷却用気体が循環し、回転子鉄心、固定子鉄心および固定子巻線等を冷却する。また、回転電機の多くには、通常、冷却器が設けられており、冷却用気体は冷却器において冷却され、冷却された冷却用気体が、回転子鉄心および固定子を冷却する。

10

#### 【0006】

特に固定子の内部では、固定子巻線からは、銅損すなわちジュール熱による発熱、積層構造体の内部では鉄損すなわち渦電流損あるいは磁気的なヒステリシス損による発熱がある。通常、固定子鉄心の軸方向に互いに間隔をあけて径方向外側への流路である複数のダクトを設け、ダクトにおいて冷却用気体を径方向外側に流すことにより冷却効率を上げている（特許文献1参照）。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0007】

【特許文献1】特開2000-116060号公報

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

固定子鉄心においては、軸方向に積層された積層構造の中に、軸方向に互いに間隔をあけた位置に、スペーサを設けて、互いに隣接する積層構造の間に隙間を設けてダクトを形成し、固定子鉄心の径方向内側から径方向外側への流路を確保している。冷却効率の上では、ダクトを多く設けることにより放熱のための表面積を増やすのが好ましいことになる。

#### 【0009】

一方、強磁性体である電磁鋼板が存在しないダクトが形成された空間においては、磁気抵抗が大きい。このため、トルクの確保などの電磁気的性能上は、固定子鉄心においてダクトの占める割合が小さいことが好ましい。

30

#### 【0010】

したがって、制限されたダクトの設置数の中で、冷却効率をできる限り向上させることが望まれている。

#### 【0011】

そこで、本発明は、回転電機の効率を下げずに冷却効率を確保することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

上述の目的を達成するため、本発明は、軸方向に延びて回転可能に支持されたロータシャフトと、前記ロータシャフトの径方向外側に取付けられた回転子鉄心とを有する回転子と、前記回転子鉄心の径方向外側に前記回転子鉄心を囲むように設けられ、軸方向に円筒状に積層された複数の電磁鋼板からなる複数の積層構造と、軸方向に互いに隣接する前記積層構造の間に配された少なくとも一つの固定子冷却構造とを有する円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心内を軸方向に貫通する固定子巻線とを有する固定子と、前記回転子鉄心を挟んで前記ロータシャフトの軸方向の両側で前記ロータシャフトを回転可能に支持する2つの軸受と、を備える回転電機であって、前記少なくとも一つの固定子冷却構造のそれぞれは、互いに隣接する前記積層構造に部分的に挟まれて、これらの積層構造同士の軸方向の間隙を形成するとともに前記積層構造および前記固定子巻線からの熱を受け入れる間隙形成部と、前記間隙形成部と一体に形成され前記間隙形成部で受け入れた熱を放熱す

40

50

る放熱部と、を具備し、前記間隙形成部と前記放熱部は、前記積層構造の外周面の径方向外側に前記間隙に連通する流路開口を形成する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、本発明は、ロータシャフトおよび回転子鉄心を有する回転子と、軸方向に円筒状に積層された複数の電磁鋼板からなる複数の積層構造を有する円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心内を軸方向に貫通する固定子巻線とを有する固定子と、前記回転子鉄心を挟んで前記ロータシャフトの軸方向の両側で前記ロータシャフトを回転可能に支持する2つの軸受と、を備える回転電機について、その前記固定子を冷却するために、前記複数の積層構造の少なくとも一つの間に配された固定子冷却構造であって、互いに隣接する前記積層構造にその部分が挟まれて、これらの軸方向の間隙を形成するとともに前記積層構造からの熱移動を受ける間隙形成部と、前記間隙形成部と一体に形成され前記間隙形成部で受けた熱を放熱する放熱部と、を具備し、前記間隙形成部と前記放熱部は、前記積層構造の外周面の径向外側に前記間隙に連通する流路開口を形成する、ことを特徴とする。

#### 【発明の効果】

[ 0 0 1 4 ]

本発明によれば、回転電機の効率を下げずに冷却効率を確保することができる。

## 【図面の簡単な説明】

[ 0 0 1 5 ]

【図1】第1の実施形態に係る回転電機の構成を示す立断面図である。

【図2】第1の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の構成を示す図1のII-II線矢視横断面図である。

【図3】第1の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の構成を示す図2のI—I-I—I線矢視縦断面図である。

【図4】第2の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の構成を示す横断面図である。

【図5】第2の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の構成を示す図4のV-V線矢視縦断面図である。

【図6】第2の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の変形例の構成を示す横断面図である。

### 【発明を実施するための形態】

[ 0 0 1 6 ]

以下、図面を参照して、本発明に係る回転電機および固定子冷却構造について説明する。ここで、互いに同一または類似の部分には、共通の符号を付して、重複説明は省略する。

[ 0 0 1 7 ]

### 「第1の実施形態」

図1は、第1の実施形態に係る回転電機の構成を示す立断面図である。回転電機200は、回転子10、固定子20、2つの軸受30、フレーム40、および2つの軸受ブラケット45を有する。

[ 0 0 1 8 ]

回転子 10 は、ロータシャフト 11 および回転子鉄心 12 を有する。ロータシャフト 11 は、水平方向に延びており、回転子鉄心 12 の軸方向の両外側において軸受 30 によって回転可能に支持されている。回転子鉄心 12 は、円筒状であり、ロータシャフト 11 の径方向外側に取り付けられている。ロータシャフト 11 の、回転子鉄心 12 と 2 つの軸受 30 との間の部分には、それぞれ内扇 51 が取り付けられている。

【0019】

固定子 2-0 は、円筒状の固定子鉄心 2-1 を上げ複数の固定子巻線 2-8 を有する。

【00301】

固定子鉄心 21 は、空隙 18 を介して、回転子鉄心 12 の径方向外側に回転子鉄心 12 を囲むように設けられている。固定子鉄心 21 は、複数の積層構造 23 および複数の固定子冷却構造 100 を有する。

**【0021】**

積層構造23は、それぞれ、軸方向に積層された強磁性体製の複数の電磁鋼板22を有する。複数の積層構造23は、互いに軸方向に並んでいる。複数の固定子冷却構造100のそれぞれは、互いに隣接する積層構造23に挟まれている。

**【0022】**

互いに隣接する積層構造23間には、軸方向の間隙24(図3)が形成されている。この間隙24は、通常のスペーサ(図示しない)か、あるいは、固定子冷却構造100のいずれかにより形成され、保持されている。固定子冷却構造100は、固定子鉄心21において、少なくとも一つは設けられている。なお、全てが、固定子冷却構造100の場合であってもよい。固定子鉄心21の径方向外側に配置上の制約がない場合は、全てが、固定子冷却構造100であることが、冷却性能確保上、好ましい。10

**【0023】**

固定子鉄心21の径方向内側には、周方向に互いに間隔をおいて、固定子鉄心21の内周面を切り欠くように軸方向に貫通する溝状の複数の固定子スロット25(図2)が形成されている。固定子巻線28は、複数の固定子スロット25内を軸方向に貫通し、固定子鉄心21の軸方向外側で互いに接続され、あるいは外部の配線と結線されている。

**【0024】**

フレーム40は、ほぼ筒状であって、回転子鉄心12および固定子20の径方向外側に配されて、これらを収納する。2つの軸受ブラケット45は、フレーム40の軸方向の端部を塞ぐようにフレーム40の両端に接続し、それぞれ、軸受30を静止支持する。20

**【0025】**

フレーム40の上部には、冷却器60が設けられている。冷却器60は、複数の冷却管61と、冷却管61を収納する冷却器カバー62とを有する。冷却器カバー62は、フレーム40および2つの軸受ブラケット45と相俟って閉空間40aを形成する。閉空間40a内は、回転子10および固定子20等を冷却するために、たとえば空気などの冷却用気体で満たされている。

**【0026】**

閉空間40aを構成する冷却器カバー62内の空間とフレーム40内の空間は、フレーム40の上部に形成された冷却器入口開口63および2つの冷却器出口開口64を介して、互いに連通している。30

**【0027】**

冷却器入口開口63は、軸方向に固定子鉄心21の上方に形成されている。また、2つの冷却器出口開口64は、軸方向に2つの内扇51の上方にそれぞれ形成されている。

**【0028】**

図2は、固定子冷却構造の構成を示す図1のI—I-I—I線矢視横断面図である。また、図3は、図2のI—I—I—I線矢視縦断面図である。

**【0029】**

電磁鋼板22が積層した積層構造23には、それぞれ、円板形状で中央に円形の開口23aが形成されている。開口23aには、さらに、周方向に互いに間隔をおいてスロット部25aが形成されている。互いに隣接するスロット部25aに挟まれて、それぞれ、周方向に間隔をおいて歯部26aが形成される。スロット部25aおよび歯部26aは、積層構造23が軸方向に並んだ状態において、それぞれ、固定子スロット25および固定子ティース26を形成する。40

**【0030】**

それぞれの固定子冷却構造100は、間隙形成部110と、間隙形成部110と一緒に形成された放熱部120を有する。間隙形成部110および放熱部120の材料は、たとえば、アルミニウム、銅、あるいはこれらの合金などの熱伝導率の良い材料を用いることができる。すなわち、間隙形成部110への主たる外力としては、面圧を生ずるもののみであり、また、放熱部120には直接には外力は印加されない。また、固定子冷却構造100と周囲の構造物との熱膨張差により発生する応力は小さいと考えられる。このため、50

間隙形成部 110 および放熱部 120 の材料は、熱伝導性を主体に選定できる。

**【0031】**

間隙形成部 110 と放熱部 120 は、以下に説明するように、積層構造 23 の径方向外側の積層構造外側流路 40b (図3) 内の部分に、流路開口 130 を形成する。

**【0032】**

なお、図2では、フレーム 40 が、円筒状の場合を示しているが、たとえば、横断面が四角形等であってもよい。横断面が四角形等である場合、放熱部 120 の外側縁部は、フレーム 40 の内面に対応して、径方向に拡がったたとえば四角形でもよい。

**【0033】**

放熱部 120 は、環状部 121 を有する。環状部 121 は、円形の平板であり、この円板と同心に形成されて電磁鋼板 22 の外径より大きな径の環状部開口 121a を有する。10

**【0034】**

間隙形成部 110 は、互いに隣接する積層構造 23 間の間隙 24 を形成し、保持する。間隙形成部 110 は、複数の間隔片 111 を有する。それぞれの間隔片 111 は、長方形の板状であり、互いに周方向に間隔をもって径方向に放射状に配列されている。なお、図2では、歯部 26a が形成されている周方向位置のすべてに、間隔片 111 が設けられている場合を例にとって示しているが、これに限らない。すなわち、電磁鋼板 22 の軸方向の締め付けが均等に行われるよう考慮しながら、周方向位置を選択することでもよい。また、必ずしも、歯部 26a が形成されている周方向位置に配さなくともよい。

**【0035】**

間隔片 111 は、いずれの場合にも、スロット部 25a に突出しないような形状、寸法とする必要がある。20

**【0036】**

それぞれの間隔片 111 の径方向外側部分の第1の端部 111a は、環状部 121 の環状部開口 121a の縁部に接続されている。また、間隔片 111 の径方向内側部分の第2の端部 111b は、電磁鋼板 22 の歯部 26a が形成されている径方向位置またはそれより径方向外側位置にある。間隔片 111 は、第2の端部 111b 側が、スロット部 25a 側に突出しないような寸法に形成されている。

**【0037】**

環状部 121 とこれに接続する複数の間隔片 111 のそれぞれとは、溶接あるいはロー付により接合することができる。また、接合部は、積層構造 23 の径方向外側であるため、間隙形成部 110 としての間隙形成機能には悪影響を与えることはないため、必ずしも、溶接あるいはロー付後の表面仕上げを要しない。あるいは、接合ではなく、環状部 121 とこれに接続する複数の間隔片 111 を、一体で、打ち抜き加工により形成することでもよい。あるいは、板厚あるいは外径上の制限で打ち抜き加工が難しい場合は、ガスカットにより一体で形成してもよい。積層構造 23 の歯部 26a より突出しなければ、高い加工精度は要求されないため、ガスカットの場合でも精度上問題はない。ただし、ガスカットの場合は、少なくとも、積層構造 23 に挟まれて間隙を形成する機能を有する部分は、厚さを均一にする仕上げ加工をした上で用いればよい。30

**【0038】**

積層構造 23 の径方向外側の積層構造外側流路 40b にまで、間隙 24 を拡張した領域から見ると、間隙 24 に面する電磁鋼板 22 の外周と、互いに隣接する2つの間隔片 111 と、環状部開口 121a の内縁とで囲まれた扇状の流路開口 130 が、軸方向の両側に形成されている。すなわち、間隙 24 内を通過してくる冷却用気体は、積層構造 23 の径方向外側に至ると、流路開口 130 から積層構造外側流路 40b に流出可能となる。

**【0039】**

以上のように形成された本実施形態に係る回転電機 200 および固定子冷却構造 100 の作用について、以下に説明する。

**【0040】**

まず全体の流れを、図1の矢印に示している。閉空間 40a 内の冷却用気体は、回転子50

鉄心 1 2 の軸方向の両側に設けられた 2 台の内扇 5 1 により、回転子鉄心 1 2 側に向かって駆動され、たとえば、空隙 1 8 に流入する。空隙 1 8 に流入した冷却用気体は、軸方向に流れながら、順次、固定子鉄心 2 1 に形成されている間隙 2 4 内に分流し、積層構造 2 3 を冷却しながら、間隙 2 4 内を径方向外側に流れ、固定子鉄心 2 1 外に流失する。

#### 【 0 0 4 1 】

固定子鉄心 2 1 の径方向外側に流出した冷却用気体は、冷却器入口開口 6 3 を介して冷却器 6 0 の冷却器カバー 6 2 内に流入する。冷却器カバー 6 2 内に流入した冷却用気体は、軸方向の両側に分かれ、それぞれ冷却管 6 1 内を流れる冷却媒体により冷却されながら冷却管 6 1 の外側を通過する。冷却された冷却用気体は、それぞれ冷却器出口開口 6 4 を経由してフレーム 4 0 内に流入し、再び、内扇 5 1 により駆動される。

10

#### 【 0 0 4 2 】

次に、固定子鉄心 2 1 内の作用について説明する。固定子冷却構造 1 0 0 によって、間隙 2 4 には、回転子鉄心 1 2 と固定子鉄心 2 1 間の空隙 1 8 から、固定子鉄心 2 1 の径方向外側に至る流路が形成されている。径方向外側に向かう複数の流路が周方向に互いに間隔をおいて存在するので、これらのうちの一つを例にとって、その流路の流れを、図 2 の実線矢印 A 1 、破線矢印 A 2 、および実線矢印 A 3 で示す。

#### 【 0 0 4 3 】

実線矢印 A 1 は、軸方向には間隙 2 4 の位置のある周角度位置で、空隙 1 8 側から固定子鉄心 2 1 側の互いに隣接する間隔片 1 1 1 の間に流入する流れを示す。破線矢印 A 2 は、互いに隣接する間隔片 1 1 1 の間を径方向外側の積層構造外側流路 4 0 b に向かって流れる流れを示す。破線矢印 A 2 の流れは、軸方向には互いに隣接する積層構造 2 3 の間であって、周方向には互いに隣接する間隔片 1 1 1 の間のほぼ矩形の断面形状で径方向外側に行くに従って周方向の幅が拡がる流路内の流れである。

20

#### 【 0 0 4 4 】

実線矢印 A 3 は、間隙 2 4 の軸方向の両側に存在する積層構造 2 3 の外周面より外側における流れを示す。積層構造 2 3 の径方向外側に至ると、軸方向の両側は流路開口 1 3 0 により開放状態となり、冷却用気体は、軸方向外側に流出する。

#### 【 0 0 4 5 】

ここで、間隙形成部 1 1 0 としての間隔片 1 1 1 は、冷却用気体の流路の中にあり、冷却されている状態にあるため、積層構造 2 3 より低温である。また、間隔片 1 1 1 は、積層構造 2 3 に密着した状態にある。このため、高温側である固定子巻線 2 8 および積層構造 2 3 から間隔片 1 1 1 への熱の移動が生ずる。

30

#### 【 0 0 4 6 】

間隔片 1 1 1 に移動した熱は、間隔片 1 1 1 から冷却用気体に移行するとともに、放熱部 1 2 0 としての環状部 1 2 1 に熱伝導により移動する。フレーム 4 0 の径方向内側であつて、積層構造 2 3 の径方向外側すなわち固定子鉄心 2 1 の径方向外側の積層構造外側流路 4 0 b においては、周方向に流出した冷却用気体が、冷却器入口開口 6 3 に向かうため、周方向の流れが生じている。周方向の流れは、積層構造 2 3 の径方向外側の領域に突出した間隔片 1 1 1 および環状部 1 2 1 の面に沿った方向である。

#### 【 0 0 4 7 】

40

したがって、放熱部 1 2 0 は、冷却用気体の流れをほとんど妨げることなく、冷却用気体によって熱を除去される。

#### 【 0 0 4 8 】

本実施形態による固定子冷却構造 1 0 0 は、間隙 2 4 を、従来の構成より広げることはないため、電磁気的な性能に悪影響を及ぼさない。その上で、従来に比べて冷却効率を向上させることができる。また、間隙形成部 1 1 0 と放熱部 1 2 0 とが一体に形成されているために、一体に扱うことができ、固定子鉄心 2 1 の組み立て時に、従来のようにそれぞれのスペーサを電磁鋼板に取付ける作業が不要となり、組み立て作業が軽減する。

#### 【 0 0 4 9 】

[ 第 2 の実施形態 ]

50

図4は、第2の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の構成を示す横縦断面図である。また、図5は、図4のV-V線矢視縦断面図である。

#### 【0050】

本第2の実施形態は、第1の実施形態の変形である。本第2の実施形態における固定子冷却構造101の放熱部120は、先端放熱板122をさらに有する。それ以外は、第1の実施形態と同様である。

#### 【0051】

先端放熱板122は、長方形の平板で、環状部121に垂直に取り付けられている。先端放熱板122は、径方向に延びるように取り付けられている。すなわち、先端放熱板122は、軸方向および径方向に拡がっている。

10

#### 【0052】

本実施形態による固定子冷却構造101は、先端放熱板122をさらに設けることにより、放熱部120での放熱性能が向上し、冷却効率をさらに向上させることができる。

#### 【0053】

図6は、第2の実施形態に係る回転電機の固定子冷却構造の変形例の構成を示す横縦断面図である。この変形例においては、先端放熱板122の取り付けられる方向のみが異なっている。すなわち、取り付けられる方向は、取り付け場所により異なる。先端放熱板122は、径方向に拡がるもののみではなく、径方向に対して傾いているもの、あるいは径方向に垂直すなわち周方向のものまでの角度範囲で取り付けられている。その方向は、フレーム40内の各軸方向位置における横断面において、積層構造外側流路40bにおける冷却用気体の流れ方向に沿った方向に設定されている。

20

#### 【0054】

このように構成された変形例においては、積層構造外側流路40b内の冷却用気体の圧力損失を低減しながら、放熱部120の放熱性能を確保することができる。

#### 【0055】

##### [ その他の実施形態 ]

以上、本発明の実施形態を説明したが、実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。たとえば、実施形態では、ロータシャフト11が水平方向に延びた横型の回転電機の場合を例にとって示しているが、これに限定されない。ロータシャフトが鉛直方向に延びた立形の回転電機であってもよい。

30

#### 【0056】

また、各実施形態の特徴を組み合わせてもよい。さらに、実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

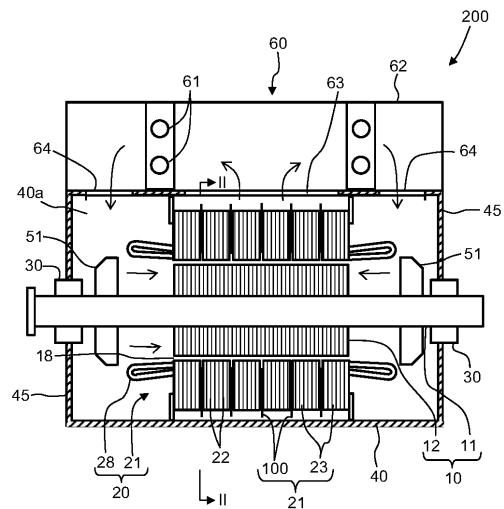
#### 【符号の説明】

#### 【0057】

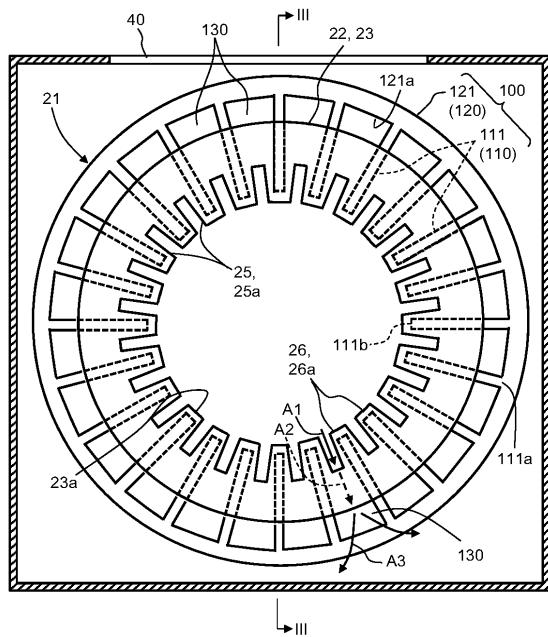
10...回転子、11...ロータシャフト、12...回転子鉄心、18...空隙、20...固定子、21...固定子鉄心、22...電磁鋼板、23...積層構造、23a...開口、24...間隙、25...固定子スロット、25a...スロット部、26...固定子ティース、26a...歯部、28...固定子巻線、30...軸受、40...フレーム、40a...閉空間、40b...積層構造外側流路、45...軸受ブラケット、51...内扇、60...冷却器、61...冷却管、62...冷却器バー、63...冷却器入口開口、64...冷却器出口開口、100、101...固定子冷却構造、110...間隙形成部、111...間隔片、111a...第1端部、111b...第2端部、120...放熱部、121...環状部、121a...環状部開口、122...先端放熱板、130...流路開口、200...回転電機

40

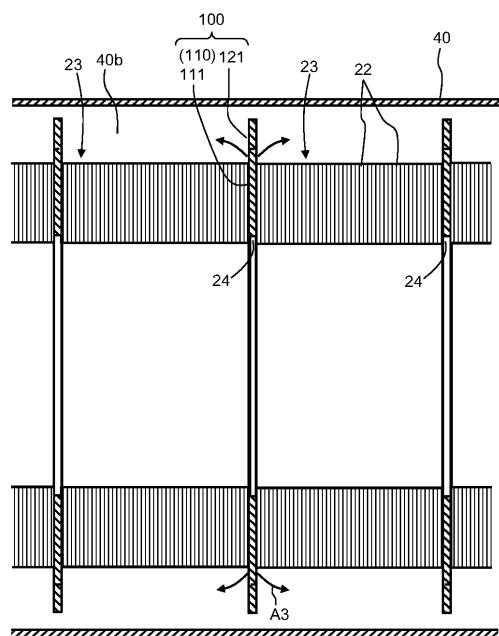
【図1】



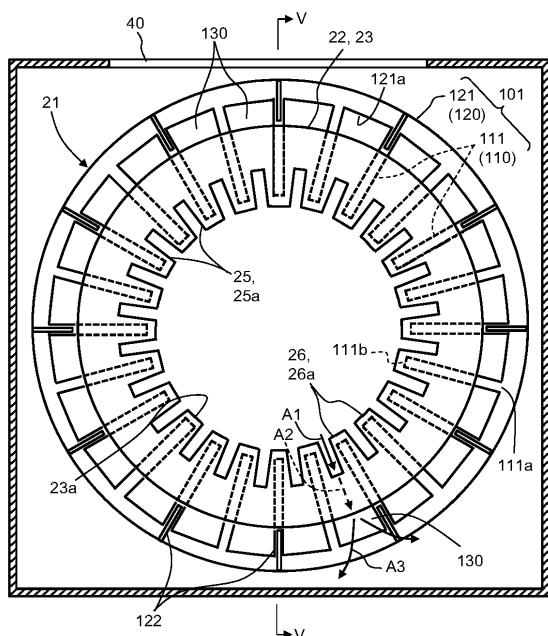
【図2】



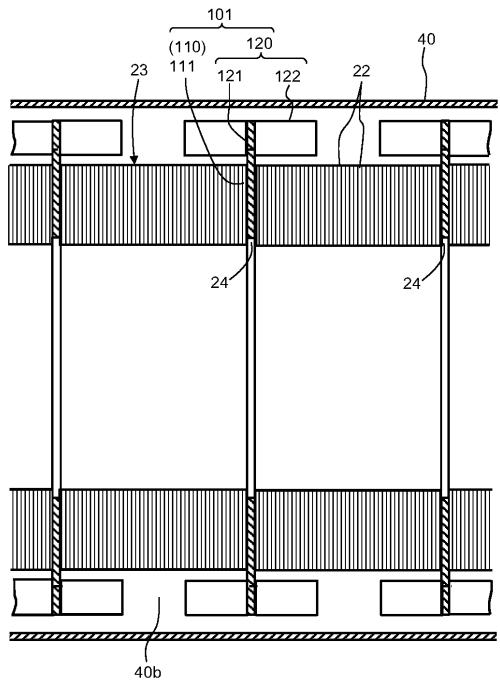
【図3】



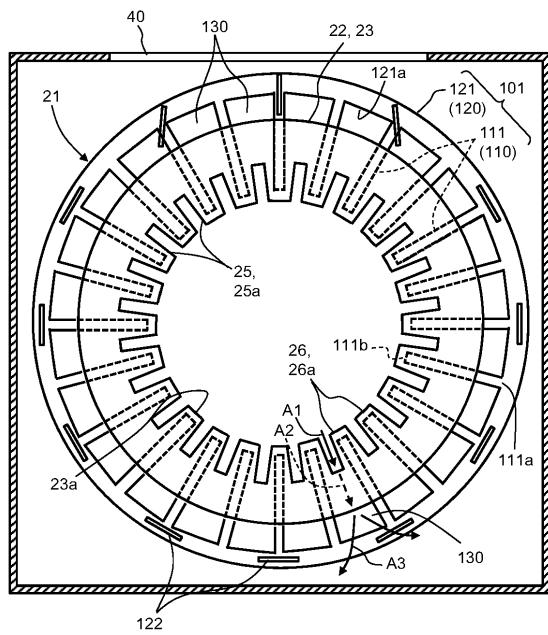
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭60-124269(JP,U)  
特開2002-223545(JP,A)  
特開2013-217552(JP,A)  
特開平09-147885(JP,A)  
特開平10-079748(JP,A)  
特開平10-079747(JP,A)  
特開2000-116060(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 9/18  
H02K 5/20